МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

MACHINE BUILDING AND MACHINE SCIENCE



УДК 631/635 10.23947/1992-5980-2017-17-4-44-49

Оптимизации профиля среза транспортирующего устройства от величины секундной подачи*

Т. П. Савостина[1], Саед Бакир Имад [2]**

[1]Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

[2]Алеппо университет, г. Алеппо, Сирия

Optimization of transporter slice profile on the second supply value***

T. P. Savostina[1], Saed Bakir Imad[2] **

[1]Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

[2]University of Aleppo, Aleppo, Syria

Введение: Работа посвящена проблеме неравномерности подачи хлебной массы на обмолот, что приводит к росту потерь зерна в процессе зерноуборочных работ. Целью данных исследований является выявление закономерностей влияния изменения секундной подачи на обмолот как по длине барабана, так и по ширине. В результате чего появляется возможность получения графиков оптимального профиля среза транспортирующего устройства, что обеспечивает равномерность подачи зерновой массы на начальных стадиях обмолота.

Материалы и методы. Приведены исследования равномерного распределения зерновой массы в процессе обмолота тангенциально-аксиальным сепарирующим устройством по зонам в зависимости от изменения величины секундной подачи. Получение качественных показателей обмолота достигалось путем оптимизации профиля среза. Использовались полученные экспериментальные данные, обработка которых дала возможность определить оптимальный профиль среза.

Результаты исследования: По результатам экспериментов построены графики профиля среза транспортирующего устройства от различных величин секундной подачи (4–12 кг/с), получены уравнения этих прямых, построен усредненный профиль среза для всей группы кривых от величины подачи хлебной массы.

Обсуждение и заключения. В результате исследований профилей среза транспортирующего устройства от величины секундной подачи было выведено уравнение кривой среза для равномерной подачи хлебной массы на обмолот. Коэффициент достоверности аппроксимации показал высокие показатели точности аппроксимации.

Introduction. The paper discusses the problem of an uneven flow of the grain mass to the threshing which leads to the increased grain loss under the grain-harvesting process. The study purpose is to identify patterns of the effect of changing the second flow threshing both on the length of the drum, and on its width. This is resulting in the possibility of obtaining graphs of the optimal slice profile of the conveying device which ensures an even flow of the grain mass at the initial stages of threshing.

Materials and Methods. Our research is aimed at obtaining high qualitative indicators of the threshing process by the separating device. Studies on the equal-dimensional distribution of the grain mass under the threshing process by the tangential-axial separating device in the zones depending on the change in the second feed value are provided. Obtaining qualitative indicators of the thrashing was achieved through the slice profile optimization. The experimental data whose processing gave the opportunity to determine the optimal slice profile were used.

Research Results. The experimental results have provided background for graph plotting of the transporter cut profile on a variety of quantities of the used feed (4-12 kg/s). The resulting equations of these lines are obtained. The averaged slice profile for the entire group of curves on the grain mass feed value is developed.

Discussion and Conclusions. The studies of the transporter slice profiles on the second feed value have led to the derivation of the cut curve equation for the uniform grain mass flow to the threshing. The validity approximation coefficient has shown high levels of the approximation accuracy.

Ключевые слова: молотильно-сепарирующее устройство, подача хлебной массы, транспортирующее устройство, профиль, оптимизация среза, недомолот, сепарация, засоренность, влажность, равномерность.

Keywords: threshing and separating device, grain mass supply, transporter, profile, cut optimization, return, separation, infestation, humidity, uniformity.

Образец для цитирования:. Савостина, Т. П. Оптимизации профиля среза транспортирующего устройства от величины секундной подачи / Т. П. Савостина, Саед Бакир Имад // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т.17, № 4. — С. 44–49.

For citation: T.P. Savostina, Saed Bakir Imad. Optimization of transporter slice profile on the second supply value. Vestnik of DSTU, 2017 vol. 17, no.4, pp. 44–49.

* Работа выполнена в рамках инициативной НИР.

** E-mail: kovtanya@yandex.ru, Imad12sb@gmail.com

*** The research is done within the frame of the independent R&D.

Введение. Необходимость повышения пропускной способности зерноуборочного комбайна объясняется желанием увеличить производительность и снизить потери зерна [1]. Ранее увеличение пропускной способности зерноуборочных комбайнов достигалось в результате улучшений отдельных технологических процессов молотильно-сепарирующих устройств. Дальнейшая модернизация для увеличения пропускной способности таких комбайнов возможна за счет интенсификации процессов отдельно взятых рабочих органов или создания новых, более совершенных методов и принципов обмолота и сепарации зернового вороха [2].

Снижение потерь и повреждений зерновых культур в процессе уборочных работ во многом зависят от потерь на отдельно взятых рабочих органах зерноуборочного комбайна, которые в значительной степени определяются от конструкции молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) [3]. Актуальной задачей при снижении повреждений зерна является обеспечение равномерной подачи зерновой массы в процессе обмолота [4]. Чем равномернее движется хлебная масса по подбарабанью, тем равномернее происходят ударные воздействия на обмолачиваемую массу по длине всей площади МСУ [5,6].

Целью работы являлось получение высоких качественных показателей при обмолоте зерна на молотильно-сепарирующим устройстве. Проведено исследование равномерного распределения зерновой массы в процессе обмолота тангенциально-аксиальным сепарирующим устройством по зонам и абсолютной засоренности зерновой массы в каждой отдельной зоне по ширине сепарирующего устройства.

Объектом исследования является зерноуборочный комбайн с молотильным барабаном и декой, выполненной по форме однополостного гиперболоида вращения. Основными рабочими органами и агрегатами комбайна являются: молотильно-сепарирующее устройство; молотильный барабан и дека; бичи; наклонная камера с активным делением потока хлебной массы, выполненная в виде диска; транспортер наклонной камеры и отбойный битер.

Результаты и обсуждение. Качественные показатели молотильного аппарата зависят от условий подачи хлебной массы. Рассмотрим основные процессы, происходящие в зазоре между барабаном и декой.

Большая часть зерна при оптимальной скорости подачи вымолачивается из хлебной массы на первых планках полубарабана [7]. Интенсивность вымолота по длине деки уменьшается. С ростом скорости подачи хлебной массы сепарация начинает изменяться по выпуклой кривой [8].

Для улучшения качества сепарации необходимо обеспечить вымолот в начале подбарабанья (рис.1). Битеры, установленные перед молотильным аппаратом, вымолачивают часть зерна, за счет чего увеличивается сепарация на первых планках деки. Для дек с различным распределением планок она может достигать 12,8–17,1 %.

Хлебная масса, для выравнивания толщины подаваемого в молотилку слоя, подается к барабану с нарастающей скоростью пятью битерами, установленными в приемной камере [9]. Такой способ подачи позволяет увеличить производительность комбайна на 10% [10].

Для определения профиля среза необходимо, чтобы количество хлебной массы на единицу длины молотильно-сепарирующего было постоянным:

$$\frac{\sum S}{\sum l} = \frac{\sum S_1}{l_1} = \frac{\sum S_2}{l_2} = \frac{\sum S_3}{l_3} = \frac{\sum S_4}{l_4} = \frac{\sum S_5}{l_5} = const\,, \qquad (1)$$

где $\sum l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 = 1000\,мм$ — ширина молотильно-сепарирующего устройства; $\sum S = \sum S_1 + \sum S_2 + \sum S_3 + \sum S_4 + \sum S_5$ — суммарная абсолютная сепарация и засоренность.

Для определения абсолютной суммарной сепарации (ΣS) необходимо просуммировать показатели абсолютных суммарных сепараций и засоренностей. В нашем случае использовались технологические показатели секундной подачи в диапазоне от 4 до 12 кг/сек. Величина абсолютной суммарной сепарации складывается из сумм абсолютных зональных значений в каждой из пяти ячеек. В таблице 1 представлены абсолютные значения сепарации по зонам и ячейкам от изменения величины секундой подачи, а также из условия (1) определены величины констант (const), значения которых показывают количество зерновой массы, приходящейся на единицу длины молотильно-сепарирующего устройства.

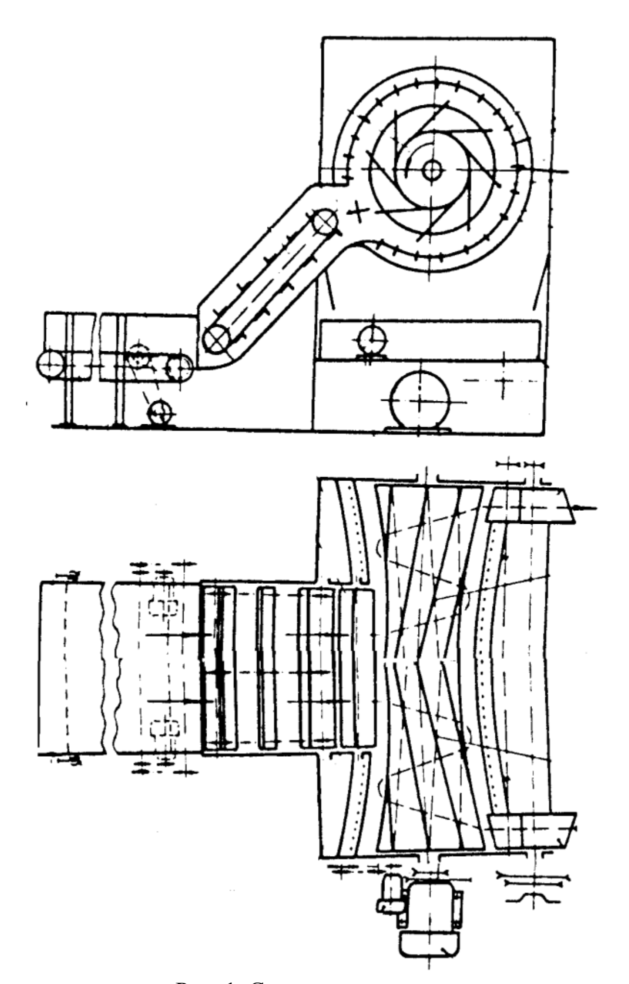


Рис. 1. Схема установки

Fig. 1. Installation diagram

Таблица 1

Table 1

Абсолютные суммарные значения сепарации по зонам и ячейкам

Absolute sum values of separation on zones and cells

Величина подачи	$\sum S_1$	$\sum S_2$	$\sum S_3$	$\sum S_4$	$\sum S_5$	$\sum S$	const
q=4 кг/с	4,213	2,5579	2,8203	3,1411	6,0567	18,789	0,01879
q=6 кг/с	5,2142	3,1015	2,6362	2,8795	5,0007	18,8616	0,01886
q=8 кг/с	6,5285	3,6571	3,1144	3,3241	5,0535	21,7372	0,02174
q=10 кг/с	8,132	4,445	3,5755	3,5156	5,7253	25,3934	0,02539
q=12 кг/с	9,7221	4.9806	3,9298	3,8743	6,0956	28,6052	0,02861

Для определения единицы длины для каждой ячейки необходимо выполнение следующего условия:

$$1_i = \frac{\Sigma S_i}{const}, \quad (2)$$

где ΣS_i — величина абсолютной суммарной сепарации в i-ой ячейке; const — количество зерновой массы, приходящейся на единицу длины МСУ при заданной величине секундной подачи. Расчеты величин единиц длины для каждой ячейки от изменения величины секундой подачи приведены в таблице 2.

Таблица 2

Table 2

Величина единицы длины каждой ячейки

Length unit magnitude of each cell

Величина подачи	l_1, мм	l_2 ,мм	l_3 ,мм	l_4 ,мм	l_5 ,мм	Σl ,мм
q=4 кг/с	224,227	136,14	150,1	167,18	322,35	1000
q=6 кг/с	276,445	164,43	139,77	152,66	265,13	1000
q=8 кг/с	300,338	168,24	143,28	152,92	232,48	1000
q=10 кг/с	320,241	175,05	140,8	138,45	225,46	1000
q=12 кг/с	339,872	174,12	137,38	135,44	213,09	1000

Значения l_i откладываем на графике в соответствующей *i*-ой ячейке длины барабана *L*. Полученные профили среза аппроксимируются (рис. 2).

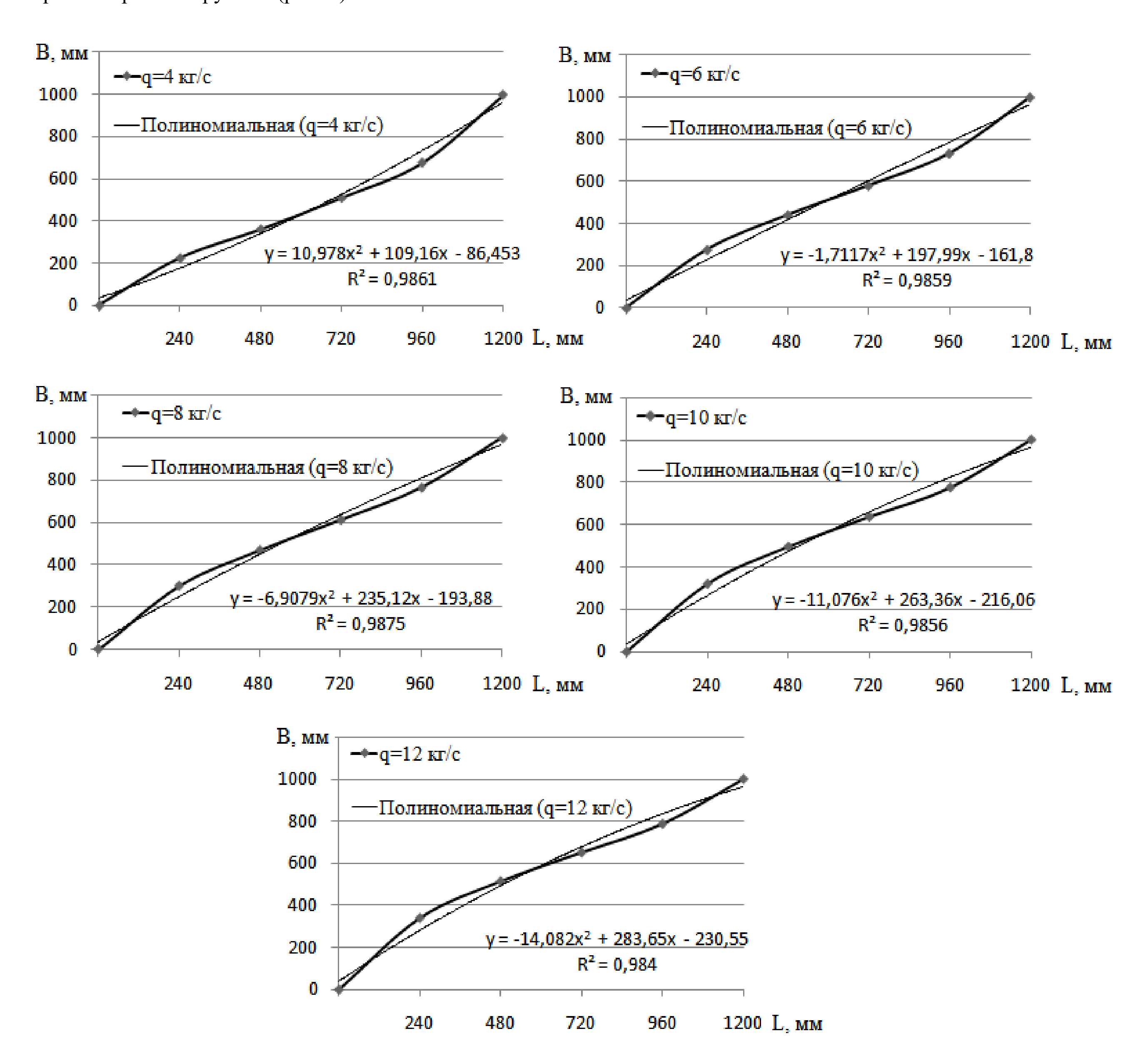


Рис. 2. Профили среза в зависимости от секундной подачи

Fig. 2. Slice profiles depending on the used feed

Так как формы кривых профиля идентичны (рис. 2), построим усредненную кривую для всей группы кривых (рис. 3).

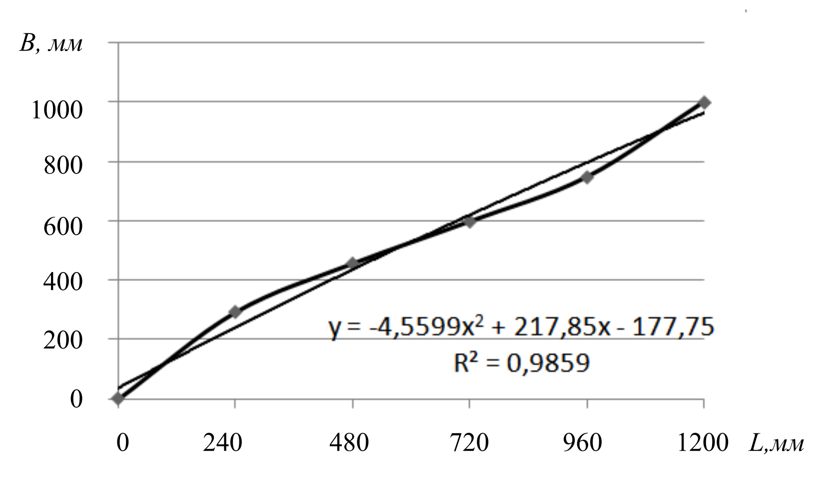


Рис. 3. Усредненный профиль среза от секундной подачи

Fig. 3. Averaged slice profile on the second feed

Выводы.

1. Из графиков профиля среза на рис. 2 видно, что при изменении величины секундной подачи с 4 до 12 кг/с кривые среза имеют схожий профиль.

2. Коэффициент достоверности аппроксимации R^2 показывает степень соответствия трендовой модели исходным данным. На всех графиках аппроксимации профиля среза коэффициент достоверности близок к 1, что говорит о точности модели.

3. Усредненный профиль среза (рис. 3) так же имеет коэффициент достоверности аппроксимации близкий к 1 и имеет схожий профиль кривой, как и при различных величинах секундной подачи.

Библиографический список

1. Lapen, D.-R., et al. Combination cone penetration resistance/water content instrumentation to evaluate cone penetration-water content relationships in tillage research. Soil & Tillage Research. – 2003. – no. 58. – pp. 193-206.

2. Salloum, W. Design of Penetrometer Cone for Measuring Soil Penetration Resistance and Determine Soil Porosity / W. Salloum, Bahlawan H. // Research Journal of Aleppo University. – 2009. – №. 76. – pp. 40–57.

3. Антибас, И. Р. Исследование процесса обмолота тангенциально-аксиальным сепарирующим устройством в зависимости от распределения зерновой массы по зонам / И. Р. Антибас, А. Г. Дьяченко, Т. П. Савостина // Научное обозрение. — 2016. — № 23. — С. 87–91.

4. Дьяченко, А. Г. Обеспечение равномерности зерновой массы при обмолоте тангенциально-аксиальным молотильно-сепарирующим устройством / А. Г. Дьяченко, Т. П. Савостина // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сб. статей 10-й междунар. науч.-практ. конф. В рамках 20-й междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2017». — Ростов-на-Дону. — 2017. — С.41–43.

5. Антибас, И. Р. Влияние секундной подачи на процесс обмолота тангенциально-аксиальным молотильно-сепарирующим устройством / И. Р. Антибас, Т. П. Савостина // Научное обозрение. — 2017.— № 3. — С. 47–51.

6. Антибас, И. Р. Влияние параметров молотильно-сепарирующего устройства на обмолот / И. Р. Антибас , Т. П. Савостина , Б. И. Саед // Вестник Донского гос. техн. ун-та. — 2017 — Т. 17. — № 2(89). — С. 108–115.

7. Kharmanda, G. Reliability-based design optimization strategy for soil tillage equipment considering soil parameter uncertainty / G. Kharmanda, I. Antypas // Вестник Донского государственного технического университета. — 2016.— Т. 16.— № 2 (85). — С. 136–147.

8. Kharmanda, G. Integration of Reliability Concept into Soil Tillage Machine Design / G. Kharmanda, I. Antypas // Вестник Донского гос. техн. ун-та. —2015. —Т. 15. — № 2 (81). — С. 22–31.

9. Антибас, И. Р. Технические параметры модифицированной сеялки для высева зерновых культур в тяжёлые по механическому составу почвы / И. Р. Антибас, А. Г. Дьяченко // Вестник Донского гос. техн. ун-та. — 2015. — Т. 15. — № 3 (82). — С.81–88.

10. Antibas, I.R. Evaluation of soil force of resistance to penetration with the use of new design of penetrometer's probe tip / I.R. Antibas, A.G. Dyachenko // International Journal of Environmental and Science Education. — 2016. — Т. 11. — № 18. — P. 10941-10950.

References

1. Lapen, D.-R., et al. Combination cone penetration resistance/water content instrumentation to evaluate cone penetration-water content relationships in tillage research. Soil & Tillage Research, 2003, no. 58, pp. 193–206.

2. Salloum, W., Bahlawan, H. Design of Penetrometer Cone for Measuring Soil Penetration Resistance and Determine Soil Porosity. Research Journal of Aleppo University, 2009, no. 76, pp. 40–57.

3. Antypas, I.R., Dyachenko, A.G., Savostina, T.P. Issledovanie protsessa obmolota tangentsial'no-aksial'nym separiruyushchim ustroystvom v zavisimosti ot raspredeleniya zernovoy massy po zonam. [Research of the threshing process with tangential-axial breaking unit in dependence of grain mass zone division.] Science Review, 2016, no. 23, pp. 87–91 (in Russian).

4. Dyachenko, A.G., Savostina, T.P. Obespechenie ravnomernosti zernovoy massy pri obmolote tangentsial'no-aksial'nym molotil'no-separiruyushchim ustroystvom. [Providing uniformity of grain mass under threshing by tangential-axial threshing-separating device.] Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya: sb. statey 10-y Mezhdunar. yubileynoy nauch.-prakt. konf. v ramkakh 20-y Mezh-dunar. agroprom. vystavki «Interagromash-2017». [State and prospects of agricultural machinery development: Proc. 10th Int. Jubilee Sci.-Pract. Conf. within framework of the 20th Int. Agroindustrial Exhibition "Interagromash-2017".] Rostov-on-Don, 2017, pp. 41–43 (in Russian).

5. Antypas, I.R., Savostina, T.P. Vliyanie sekundnoy podachi na protsess obmolota tangentsial'no-aksial'nym molotil-'no-separiruyushchim ustroystvom. [Impact of second feed for the threshing process of the tangential-axial breaking unit.] Science Review, 2017, no. 3, pp. 47–51 (in Russian).

6. Antypas, I.R., Savostina, T.P., Saed, B.I. Vliyanie parametrov molotil'no-separiruyushchego ustroystva na obmolot. [Effect of threshing-separating device parameters on threshing.] Vestnik of DSTU, 2017, vol. 17, no. 2(89), pp. 108–115 (in Russian).

7. Kharmanda, G., Antypas, I. Reliability-based design optimization strategy for soil tillage equipment considering soil parameter uncertainty. Vestnik of DSTY, 2016, vol. 16, no. 2 (85), pp. 136–147.

8. Kharmanda, G., Antypas, I. Integration of Reliability Concept into Soil Tillage Machine Design. Vestnik of DSTU, 2015, vol. 15, no. 2 (81), pp. 22–31.

9. Antypas, I.R., Dyachenko, A.G. Tekhnicheskie parametry modifitsirovannoy seyalki dlya vyseva zernovykh kul'tur v tyazhelye po mekhanicheskomu sostavu pochvy. [Technical parameters of modified seed drill for sowing grain crops in heavy soils.] Vestnik of DSTU, 2015, vol. 15, no. 3 (82), pp. 81–88 (in Russian).

10. Antibas, I.R., Dyachenko, A.G. Evaluation of soil force of resistance to penetration with the use of new design of penetrometer's probe tip. International Journal of Environmental and Science Education, 2016, vol. 11, no. 18, pp. 10941–10950.

Поступила в редакцию 22.08.2017
Сдана в редакцию 23.08.2017
Запланирована в номер 05.10.2017

Received 22.08.2017
Submitted 23.08.2017
Scheduled in the issue 05.10.2017

Об авторах:

Савостина Татьяна Петровна,
ассистент кафедры «Основы конструирования машин» Донского государственного технического университета (РФ, 344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5550-7624
kovtanya@yandex.ru

Саед Бакир Имад,
доцент кафедры «Сельскохозяйственное машиностроение» Университета Алеппо (Сирия, Алеппо), доктор технических наук, доцент
Imad12sb@gmail.com

Authors:

Savostina, Tatyana P.,
teaching assistant of the Machine Design Principles, Department, Don State Technical University (RF, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1),
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5550-7624
kovtanya@yandex.ru

Saed Bakir Imad,
associate professor of the Agricultural Machinery Engineering Department University of Aleppo (Syria, University of Aleppo),
Imad12sb@gmail.com